

# Análisis de la pertinencia de las adaptaciones didácticas de evaluaciones de química remotas con celulares (pandemia) comparado con evaluaciones presenciales (prepandemia).

Relevance analysis of the didactic adaptations for remote chemistry evaluations with cell phones (pandemic) compared to face-to-face evaluations (prepandemic)

Presentación: 15/10/2021

## **Marcelo Gottardo**

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Buenos Aires – Argentina  
[mgottardo@frba.utn.edu.ar](mailto:mgottardo@frba.utn.edu.ar)

## **Pablo Sánchez**

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Buenos Aires – Argentina  
[pvesanchez@frba.utn.edu.ar](mailto:pvesanchez@frba.utn.edu.ar)

## **Ayelén García Federico**

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Buenos Aires – Argentina  
[ayegarciafederico@frba.utn.edu.ar](mailto:ayegarciafederico@frba.utn.edu.ar)

## **Santiago Benedetti**

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Buenos Aires – Argentina  
[sbenedetti@frba.utn.edu.ar](mailto:sbenedetti@frba.utn.edu.ar)

## **Francisco Annoni**

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Buenos Aires – Argentina  
[fannoni@frba.utn.edu.ar](mailto:fannoni@frba.utn.edu.ar)

## **Resumen**

Se comparan las medias poblacionales de la totalidad de las evaluaciones de química adaptadas didácticamente para su administración durante la pandemia en un entorno virtual (sincrónico/no presencial) con los resultados de las evaluaciones presenciales realizadas durante 2018 y 2019 para grupos de alumnos equivalentes. Se describen las adaptaciones didácticas de las evaluaciones del formato en papel presencial tradicional al formato virtual asincrónico usando los celulares de propiedad de cada alumno y se concluye la pertinencia de las decisiones didácticas adoptadas en base al análisis de los resultados obtenidos.

**Palabras clave:** evaluación remota, pandemia, rendimiento, celulares, didáctica

## **Abstract**

The population means of all the chemistry evaluations didactically adapted for administration during the pandemic in a virtual environment (synchronous / non-face-to-face) were compared with the results of the face-to-face evaluations carried out during 2018 and 2019 for groups of equivalent students. The didactic adaptation of the evaluations from the traditional face-to-face paper format to the asynchronous virtual format using the cell phones owned by each student is described and it is concluded the relevance of the didactic decisions adopted based on the analysis of the results obtained.

**Keywords:** non-face-to-face tests, pandemic, performance, cellphones, didactic.

## Introducción

La utilización de los teléfonos celulares de los alumnos para realizar las evaluaciones remotas de las materias de la Unidad de Materias Básicas de Química (UDB Química) de la Facultad Regional Buenos Aires de la Universidad Tecnológica Nacional (FRBA-UTN) posibilitó continuar con las tareas evaluativas a pesar de las limitaciones generadas por la pandemia. Este trabajo se desarrolló como parte del PID TEUTIBA0006603TC del que todos los autores forman parte.

Se comparan los resultados de las evaluaciones durante la pandemia en un entorno virtual (sincrónico/no presencial) con los resultados de las evaluaciones presenciales realizadas durante 2018 y 2019 para grupos de alumnos equivalentes. Se describen las adaptaciones o decisiones didácticas (DD) de las evaluaciones del formato en papel presencial tradicional al formato virtual sincrónico usando los celulares de propiedad de cada alumno y se concluye sobre la pertinencia de las decisiones didácticas adoptadas por las cinco cátedras de la UDB Química de la FRBA-UTN en su conjunto.

El análisis comprende a los exámenes parciales, recuperatorios y finales de los estudiantes de ingeniería de las especialidades en informática, eléctrica, electrónica, mecánica, civil, textil, química, naval e industrial que cursaron estas asignaturas desde 2017 a 2021. En esta instancia se excluyen los trabajos prácticos de laboratorio.

Se analizaron las diferencias de las medias poblacionales de las notas de los parciales, recuperatorios y finales de los dos años anteriores a la pandemia (6477 casos) y se las comparó con una  $t$  de Student para dos colas con el 99% de confianza con los datos de la totalidad de exámenes de 2020 (2902 casos) y se concluye acerca de las diferencias de las medias o, dicho de otra manera, si las poblaciones son distintas.

## Desarrollo

El sistema de evaluación para exámenes parciales, recuperatorios y finales de las cinco cátedras está unificado desde antes de la realización de este análisis. La UDB Química cuenta con 64 cursos entre las asignaturas Química (Ingeniería en Sistemas) y Química General (resto de las orientaciones) con 28 profesores que, en ambas materias, tienen contenidos y criterios de evaluación definidos y coordinados por las cinco cátedras. De la misma forma el acuerdo llega a los contenidos que integran las diez preguntas que se toman tanto en los parciales y recuperatorios como en los finales.

DD1: se decidió usar la misma estructura de las evaluaciones tradicionales ya que esta mecánica aceptada permite tener promedio de notas de alumnos (aprobados, aplazados y promocionados) en cada ciclo lectivo que son comparables. DD2: La elección de los dos años anteriores a la pandemia se justifica por el hecho de que se realizaron pruebas piloto con evaluaciones estructuradas a partir de las cuales se hizo la adaptación didáctica (De Angelis, 2020) para la versión virtual que se administró desde el comienzo del ciclo lectivo 2020.

Durante 2017 se planificó para un grupo de 6 cursos sobre 64, una evaluación tradicional a la que se les pidió a los alumnos que consignen los resultados obtenidos en la resolución en sus parciales en papel en una grilla que acompañaba la evaluación escrita (Gottardo et al., 2021). De esta manera, además de la resolución de cada problema, debían elegir la opción correcta de entre cinco posibles. Sólo una opción de cada una de las 10 preguntas que componen el examen es correcta. Para la adaptación didáctica, (DD3) las otras cuatro opciones se las buscó en base a errores comunes que los alumnos cometen en cada tipo de problema que fue tenido en cuenta en la devolución automática. Sólo a modo de ejemplo si dentro del cálculo está el dato de grados Celsius y debe usar la escala absoluta, se pone como posible respuesta el cálculo sin el pasaje de escala: es un error posible y común que llamamos distractor y que debe tener una retroalimentación para remediar el error. Este tipo de retroalimentación en las evaluaciones tradicionales en papel era realizada por cada docente en el momento de dar la devolución de la corrección de la evaluación. En el mejor de los casos una semana después del error.

A partir de 2018 se aumentó a 10 sobre 64 los cursos que agregaron la modalidad de la grilla pero con una diferencia fundamental que es otra simplificación didáctica (DD5): por primera vez se usó el teléfono

celular de cada alumno para que sistematicen las respuestas (Cataldi et al., 2010). Para esto se utilizó Google Forms (Bayarmaa & Lee, 2018; Bubaš & Čižmešija, 2017; Cano Padilla, 2014; Kalnow et al., 2019) que es parte del paquete de G-Suite provisto por la universidad. Esta sistematización de alternativa mixta (escrito presencial y envío de respuestas por Google Forms), más allá de facilitar la corrección sin la necesidad de una grilla impresa y una plantilla de corrección, tenía la ventaja (DD4) de poder dar retroalimentación específica e inmediata para cada error que cada alumno individualmente cometía, ya que cada respuesta incorrecta estaba asociada a un error común y de esta manera ser de más utilidad como autorrefuerzo (Aebli, 1991, p. 236).

Durante 2018 se llevaron a cabo las pruebas piloto, se ajustaron y se realizaron nuevas con la cohorte 2019. Cabe aclarar que dentro de los grupos piloto se dejaron cursos sólo en formato papel y no se registraron diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento de los alumnos (Gottardo et al., 2021)

Otra decisión didáctica fue que para agilizar el proceso de sistematización, además de Google Forms como soporte, (DD6) se aplicó el uso de códigos Quick Response (QR) con excelentes resultados (Gottardo et al., 2020) ya que se dejaba de lado el tedioso proceso de copiar largos Localizadores de Recursos Uniforme (URL por su sigla en inglés: *Uniform Resource Locator*) para escanear el QR con la cámara del mismo celular y así ingresar al examen en el propio dispositivo.

El proceso de evaluación, y por ende los instrumentos que se usen, no tiene un fin en sí mismo, no se evalúa por evaluar (Camilloni, 2017). En cursos numerosos la evaluación presencial resulta trabajosa y consume mucho tiempo administrativo. Este procedimiento con ayuda de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se generó inicialmente como una alternativa para disminuir el tiempo que los docentes usan en tareas administrativas y dedicar ese tiempo a tareas de guía, aclaración de dudas y elaboración de soluciones a problemas de aprendizaje. Cabe aclarar que la tarea sistematizada es sólo la carga de los datos, de ninguna forma se reemplaza la corrección de las resoluciones: en cada opción elegida se busca la resolución o justificación de la elección de la opción correcta. Si la elección no está justificada, la respuesta carece de validez, entonces cada docente solo tiene que verificar la resolución para dar por válida la respuesta, pero evita la carga administrativa.

La estructura de todas las evaluaciones fue la misma para cada examen.

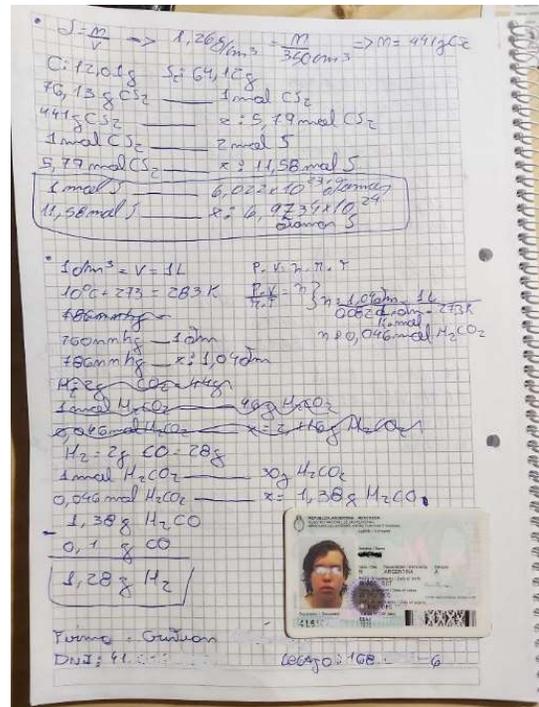


Imagen 1: Copia de una de las fotos enviadas para su corrección.

En el diseño del instrumento de evaluación se mantuvo el nivel de complejidad de las evaluaciones parciales presenciales establecidas en la planificación de las cátedras. La cámara del teléfono celular permitió a los alumnos acceder al formulario mediante la lectura del código QR presentado durante el examen y además (DD7) fotografiar las resoluciones de los problemas junto con su documento para adjuntarlas en el formulario (Imagen 1).

Todas estas instancias tienen la estructura de diez problemas con los mismos contenidos por cada pregunta y es la estructura a la que los docentes estaban habituados. A partir de la pandemia la decisión didáctica (DD8) fue la de centralizar todos los exámenes para formar un conjunto de preguntas equivalentes. La adaptación didáctica principal que se hizo de la versión en papel a la digital y que se probó durante 2018 y se ajustó durante 2019, fue la incorporación de retroalimentación instantánea una vez que el docente confirma las respuestas correctas y/o incorrectas. Asimismo, para cada respuesta

equivocada se redactó una justificación a cada error común, al recibir el conjunto de respuestas, por cada una de las cuatro alternativas incorrectas le corresponde una indicación específica para la corrección. De esta forma cada alumno tiene una retroalimentación inmediata luego de la corrección manual. El/los error/es cometido/s, cada alumno lo puede consultar con su docente en la próxima reunión sincrónica. En el pasaje del sistema mixto de examen presencial combinado con carga de datos en el teléfono celular a la virtualidad sincrónica dentro de la pandemia se tomó la decisión didáctica de que los alumnos, en lugar de entregar las hojas de las resoluciones en papel al docente, fotografiaran las hojas de esas resoluciones poniendo sobre cada una de ellas el DNI con la foto hacia arriba, firmadas y con su aclaración además de la fecha (Imagen 1). En el caso de los exámenes finales la retroalimentación se mantuvo al finalizar la entrega y la corrección inmediatamente después de la entrega de las evaluaciones. Pero por otra parte no se pudo evitar el retraso de la retroalimentación como máximo a siete días de rendir las evaluaciones parciales. Los cursos están distribuidos casi equitativamente de lunes a viernes en turno mañana, tarde y noche y los sábados en turno mañana y tarde. Esto implicó la generación de 175 temas distintos de cada instancia para cada turno en cada día de la semana. Los temas dentro de cada día de la semana, gracias a la utilización de una alternativa de Google Forms como plataforma (DD9), fueron variabilizados aleatorizando el orden de las preguntas y el orden de las respuestas con lo que (DD10) todos los alumnos, de por ejemplo martes turno noche, tenían exactamente el mismo examen pero difería en el orden de las preguntas y el orden de las respuestas. Para otorgar a los docentes tiempo de corrección de las fotografías comparadas con las respuestas cargadas por los alumnos en el formulario de Google Forms se optó por dar la retroalimentación al concluir la semana de evaluaciones, con un consiguiente retraso desde un mínimo de 2 horas hasta un máximo de 6 días.

Los estudiantes debieron acreditar su identidad con la documentación correspondiente que adjuntaron al formulario. DD11: Durante las evaluaciones debieron comunicarse por Zoom o Meet con sus docentes, y las preguntas las pudieron formular mediante el chat de las plataformas. Todas las evaluaciones remotas sincrónicas que fueron grabadas contaron con el consentimiento previo de cada alumno.

El pasaje del formato tradicional en papel al formato fotografía se debió aplicar para los 64 cursos a partir de marzo de 2020 (1721 alumnos) sin tener tiempo de capacitar formalmente a los 28 docentes sobre la mecánica del sistema. Por ese motivo la coordinación de la mecánica de la toma de parciales recayó en un grupo reducido de docentes y auxiliares que dieron a cada uno de los grupos las mismas indicaciones. La aceptación, colaboración y adaptación de los docentes a esta forma de evaluación fue muy buena y en la que muchos colaboraron con la redacción y revisión de preguntas para los temas ya que fue la mejor alternativa viable porque había sido probada en 10 cursos piloto de la UDB Química durante 2018 y con los ajustes realizados en 2019.

Los alumnos, además de estar más familiarizados con las TIC, agradecieron la continuidad de su aprendizaje y la posibilidad de ser evaluados en forma remota en todas las instancias, especialmente los que debían rendir examen final. El contar con esta metodología y su rápida adaptación permitió a la UDB Química de la FRBA-UTN continuar con la programación de sus evaluaciones casi sin modificaciones sobre el calendario académico fijado antes de la pandemia. Por otra parte cabe destacar que didáctica y pedagógicamente no corresponde evaluar a los alumnos con una herramienta que no les es familiar (Rosales, 1997), por lo que (DD12) se diseñaron dos simulaciones para que puedan practicar la mecánica de las evaluaciones para que los alumnos no sumen otra preocupación adicional a resolver los problemas. Una simulación se hizo para los exámenes parciales donde cada profesor les indicaba previamente los pasos a seguir y ellos resolvían una serie de preguntas sin contenido específico de la materia, ya que el objetivo era que practicasen la herramienta, y otra para los alumnos que se inscribían a finales. Para dejar en firme la inscripción, debían realizar la simulación como condición para poder ser evaluados.

La cantidad de inconvenientes en la mecánica de esta forma de administración fue menor al 2% y se registraba particularmente en el momento de tener que adjuntar las fotos de las resoluciones, por motivos de memoria en los celulares o falta de batería. Por otro lado no tuvimos casos de imposibilidad de realización del parcial/final por falta de dispositivo, en el peor de los casos, en lugar de tener una PC con cámara y el teléfono celular, contaban sólo con el celular, pero lo pudieron realizar en tiempo y forma.

En resumen. Las DD que se tomaron fueron DD1: basarse en la evaluación que se usaba antes de la pandemia sin modificaciones en su estructura. DD2.: usar los dos años anteriores a la pandemia como referencia pre pandemia. DD3: modificar la estrategia presencial para que se adapte a la virtual. DD3:

agregar como distractores los errores comunes a cada ejercicio. DD4: personalizar la retroalimentación automática para cada error de cada pregunta se entregue en forma inmediata al finalizar el examen. DD5: uso del teléfono celular de los alumnos para agilizar la recolección de datos y poder cargar las fotos de las resoluciones. DD6: uso de código QR para facilitar el ingreso a los exámenes y la elección de materia y curso, minimizando errores y olvidos. DD7: se reemplazó el papel físico por la fotografía del papel donde el alumno realizó el planteo y resolución del problema, adjuntando DNI apellido y firma para asegurar la identificación de la resolución. DD8: centralizar todos los exámenes con el aporte de preguntas de todos los docentes. DD9: se aseguró la equivalencia entre cada uno de los 175 temas, cada pregunta apareció en forma aleatoria y las cinco opciones de las respuestas también, desalentando la posibilidad de copia. DD10: asegurar la homogeneidad de las evaluaciones haciendo que todos los alumnos de una fecha y turno tengan exactamente el mismo examen pero difiriendo en el orden de las preguntas y el orden de las respuestas. DD11: durante las evaluaciones debieron comunicarse por Zoom o Meet con sus docentes, y las preguntas sobre el examen las pudieron formular mediante el chat de las plataformas y todas las evaluaciones remotas sincrónicas fueron grabadas con el consentimiento previo de cada alumno. DD12: se diseñaron dos simulaciones para que puedan practicar la mecánica de las evaluaciones

Para el análisis generamos dos escenarios:

Hipótesis alternativa: existen diferencias en las puntuaciones entre las medias de los años 2018 y 2019 comparadas con la media de 2020, con un nivel de confianza del 99%.  $H_1 \quad X_1 \neq X_2$

Hipótesis nula: No existen diferencias significativas en las puntuaciones entre las medias de los años 2018 y 2019 comparadas con la media de 2020, con un nivel de confianza del 99%  $H_0 \quad X_1 = X_2$

Para el análisis estadístico se usó Excel con una *t de Student* de dos colas para dos muestras con varianzas iguales y 99% de confianza

Con los datos analizados podemos notar que la diferencia hipotética de las medias es nula y que el valor de P para dos colas es muy inferior a 0,01 (99% de confianza) por lo que podemos rechazar la hipótesis alternativa en favor de la hipótesis nula de que “No existen diferencias significativas en las puntuaciones entre las medias de los años 2018 y 2019 comparadas con la media de 2020, con un nivel de confianza del 99%” (Tabla 1)

#### Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
	6,34120734	6,79738111
Media	9	6
	6,53488754	6,27951054
Varianza	8	7
Observaciones	6477	2902
	6,45588054	
Varianza agrupada	3	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9377	
	-	
	8,03729574	
Estadístico t	1	
P(T<=t) una cola	5,14745E-16	
	1,64501614	
Valor crítico de t (una cola)	4	
P(T<=t) dos colas	1,02949E-15	
	1,96021700	
Valor crítico de t (dos colas)	5	

Tabla 1: Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

## Conclusiones

Las medias poblacionales no difieren estadísticamente con un nivel de confianza del 99% por lo que podemos concluir que la adecuación didáctica de las evaluaciones en papel a la versión virtual sincrónica por medio de Formularios de Google y el uso de celulares de los alumnos fue exitosa al no diferir de los datos de los dos años anteriores en que las evaluaciones se realizaron en forma presencial y soporte papel.

La versión electrónica permitió que los estudiantes recibieran la calificación obtenida al momento de finalizarla, con una explicación detallada de los posibles errores cometidos en la resolución de cada problema para su análisis a modo de autoevaluación.

Se redujeron los tiempos de sistematización de datos y la disminución de errores de carga ya que quedó centralizada y con la responsabilidad en cada alumno y la verificación de la resolución por parte de cada profesor.

Para la adecuación de este tipo de herramientas hay que usar un diseño educativo específico centrado en la reconceptualización de los errores que se realizó mediante la incorporación de distractores con errores comunes y la retroalimentación inmediata al alumno.

Google Forms permitió que los datos fueran automáticamente volcados en una hoja de cálculo, con un diseño pensado y ajustado didácticamente. Esto permitió al alumno no solo detectar sus errores sino también relacionar los conceptos estructurados significativamente y tener el potencial de aplicarlos en nuevas situaciones problemáticas de mayor complejidad. Por otro lado todo el personal docente tiene acceso a los datos cargados por la totalidad de los alumnos.

## Referencias

- Aebli, H. (1991). *Factores de la enseñanza que favorecen el aprendizaje autónomo* [Educación]. Narcea.
- Bayarmaa, N., & Lee, A. (2018). Study on the Application of Google Classroom for Problem-Based Learning. *Journal of the Korea Academia-Industrial*, 10, 81-87.
- Bubaš, G., & Čižmešija, A. (2017). Google Forms and Smartphones: Evaluation of an alternative to clicker systems for collecting feedback from students. 9th International Conference on Education and New Learning Technologies,
- Camilloni, A. R. W. d. (2017). Jornadas "Clínica de Cátedras": Clases de Problemas. In. Buenos Aires: UTN-FRBA.
- Cano Padilla, L. M. Á. (2014). Desarrollo de un instrumento de evaluación en línea mediante el uso de google drive. *CIIE*, 431.
- Cataldi, Z., Chiarenza, D., Dominighini, C., Donnamaría, M. C., & Lage, F. J. (2010). TICs en la enseñanza de la química. XII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación,
- De Angelis, P. G. (2020). ¿ Para que servimos los pedagogos? El valor de la educación, Santos Guerra, MA, Los Libros de la Catarata, Madrid, 2020, 200 pp. *Praxis Educativa (Arg)*, 24(3).
- Gottardo, M., Dominighini, C., & Cataldi, Z. (2021, 10, 11 y 12 de noviembre de 2021). Evaluación remota en química universitaria con herramientas de Google. XXIV Congreso Internacional EDUTEC 2021, Buenos Aires.
- Gottardo, M. O., De Seta, E. G., & Sánchez, P. C. V. (2020, 4-6/10/2020). Experiencia sobre Evaluación Utilizando los Teléfonos Móviles de los Alumnos. VII Jornadas Nacionales y II Latinoamericanas de Ingreso y Permanencia en carreras Científico-Tecnológicas IPECyT 2020, San Miguel de Tucumán, Tucumán- Argentina (Virtual x COVID19).
- Kalnow, A., Lloyd, C., Casey, J., & Little, A. (2019). Google Forms-A Novel Solution to Blended Learning. *Journal of Education and Teaching in Emergency Medicine*, 4(2).
- Rosales, C. (1997). *Criterios para una evaluación formativa* (4 ed.) [Educación]. Narcea.